

短パルス用電子銃の開発

東大、工、原施 小林 仁、上田 徹、小林 利明、田川 精一、田畑 米穂

くはじめに> 東大5MeVライナックのピコ秒シングルビームの強度の増大を計画している。種々の方式が考えられるが経済性、確実性等と考慮して次のこととオーに行なう。

- 1). 電子銃のグリッドパルサーの改善による電子銃出力の増強
- 2). 電子銃のビーム軌道の改善によるビーム透過率の改善
- 3). 入射部の集束系の改善による透過率の改善

現在のところ加速管内の *Stored Energy* に対するビームのエネルギーは無視できる程小さく加速管側からみた上限はまだまだ余裕がある。もう一つ重要なことはサブハーモニックフリバンチャー (S.H.B) での縦方向の集群がスパースチャーシの影響で出来なくなるのではないかとということである。しかしこれもディスクモデルを用い¹⁾ 計算するとスパースチャーシが大きくまいてくる電流はまだまだ大きい値である。これらの検討結果より特にSバンドライナックによるピコ秒シングルビームでは入射電流の増大が出力電流の増大に直接つながっていると言える。

<電子銃の検討> ピコ秒シングルビーム用ライナックの電子銃に要求されることは

- 1). 高速パルス応答性が良いこと
 - 2). 小さいパルス振幅で大電流がとれること。相互コンダクタンスが大であること。
 - 3). ビームの集束性が良くライナック全体のビーム透過率を高めるものであること。
- 等である。具体的な設計にあたっては作りうる同期性の良いグリッドパルサーの出力に影響を受け、電子銃はあくまでグリッドパルサーの最終段の球であるという観点から設計する必要がある。

<グリッドパルサー出力と電子銃の設計> 従来から使われているグリッドパルサーを改良し出力波形は改善されてきている。この改良の結果得られたグリッドパルサーの出力波形を図-1に示す。電子銃の設計はすべてこの波形をもとにして行なう。出力電圧のパルス幅は1.6ナノ秒、パルス電圧は50Ω負荷で600Vである。一方ここで電子銃から打出さ

れS.H.Bに打込まれる電子線パルスの許容幅は半値幅で0.7~0.8ナノ秒である。この値を越えると出力ビームはメインのピコ秒シングルビームの前後にサテライトパルスを伴うことになる。つまり電子銃のグリッド動作からみて、カットオフ時の電圧(グリッドがカソードに対して負)とビームをとり出すふり込み電圧(グリッドがカソードに対して正)の和は300V以下に設計する必要がある。この関係と模式的に図-2に示す。

〈種々の電子銃の比較〉 新たに電子銃を設計しビームの増強を計る場合には現在の電子銃の特性を十分に把握しその不十分な点を補ない改善していく必要がある。しかし現在の電子銃は遂に必ずしも常に試験に供される形にならない。現在次の3つの種類について、試験、設計、改良等できるところから実施している。

- 1). 現在使用している電子銃……特性を把握することを目的とし以後BI基本型
- 2). バリウム含浸型カソード(新日本無線)を有し上述の短パルス用電子銃の特性を有するように新たに設計、製作する電子銃、以後BI改良型
- 3). Sバンド帯のマイクロ波の増幅等につかわれる板極管のカソード・グリッドアセンブリ(Toshiba E-3078)のオキサイドカソードを用いて新たに設計、製作する電子銃、以後OX改良型

これらについて設計、製作、試験を行っている。以後これらの進捗状況や特色について述べる。

〈BI基本型とBI改良型の関係〉 BI基本型は電子銃を設計する上で必要な基本的問題点を解決するために今迄実用に供しなから除々に改良を加えてきたもので得られた成果は次のような事項である。

- 1). ヒータ電流を従来の16Aから2Aに下げヒーターリード線を細くした。この結果予ョークコイル等が小さくでき短パルス特性を向上させることができる。
- 2). カソードの保持方式に改良を加え組立て精度の向上をはかった。この結果グリッドカソード間を0.5mmにしてもタッチ等の問題はない。

又BIカソードそのものの特性が向上してきており今後更に良くなるものと期待される。これらの点をふまえて、BI改良型では更に真空封いの同軸部を改良する。この真空封いの部分のみをパルス反射法(タイムドメインリフレクトメータ、T.D.R)測定する。之より約100ピコ秒のパルスがどのような立上りで反射されてくるかによって同軸真空封いの特性

を判定する。従来のものが900ピコ秒、新たに設計しているBI改良型のものが200ピコ秒であった。このことより同軸部の改良は有意義であると考えている。又アノード電圧90kVにおけるカットオフバイアスは現在の350Vを約100Vにするようにグリッドメッシュを設計した。このBI改良型は設計、製作中である。

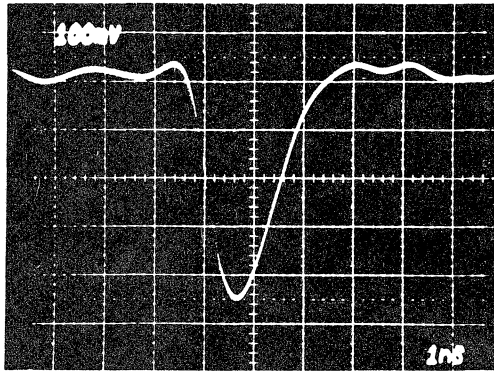
〈オキサイドカソードを用いた電子銃〉 現在国内ではライナックの電子銃としてBIカソードを用いたものが主流であり、又その使いやすさからこの傾向はそう大きく変化することはないと考えられる。一方のバンド帯の板極管のグリッドカソードアセンプリでオキサイドカソードのものが入手可能であるがこれは当然のこととして周波数特性が良く先に述べた短パルス用電子銃の特性は満足すはずである。これを電子銃にアセンプリしたものを図-3に示す。カソードの部分も図-4に示す。この電子銃はテストベンチで実際に動作し期待した通りのエミッションが得られている。この球はアノード電圧90kV、ローグで5Aとする場合に計算ではカットオフ電圧40V、フルエミッション時のグリッド電圧が150V位で計200V程度のパルスで良いことになり前述の300V以内になる。実際の一回の試験ではこの値を上るわ、なパルスが必要であった。しかしこれはテストベンチの真空が悪かったせいと考えられ、今後更に詳細に試験していく予定である。

〈まとめ〉 電子銃の開発にはまずそのテストのための周辺機器と準備する必要がある。不十分ではあるがこれから悪い、ようやく開発が軌道にのって来たと言える。前述のようにBI改良型及びOX改良型共に実用になる電子銃ができてほしいと期待している。

〈謝辞〉 これら電子銃の開発にあたっては、KEKの田中治郎教授、浅見明教授を中心とする電子銃検討グループのメンバーの方に有益なアドバイスをいただいた。又試験にあたっては原研の益子氏をはじめ多くの方にお世話になった。深く感謝いたします。

〈参考文献〉

- 1) a. G. Mavrogens, W. Wesolowski, K. Jonson and G. Clift, IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-20, (1973) 919
- b. JOSEPH E. ROWE : NONLINEAR ELECTRON- WAVE INTERACTION PHENOMENA p.69 ACADEMIC PRESS New York and London(1965)



130 V/DIV 1 ns/DIV

図-1 グリッドパルサー出力波形

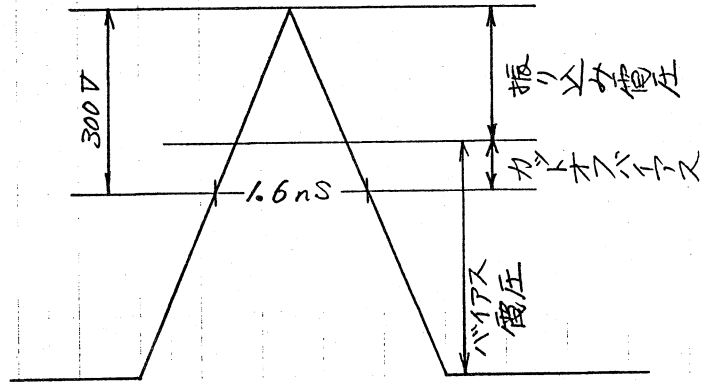


図-2. バイアス関係模式図 (実際は負)

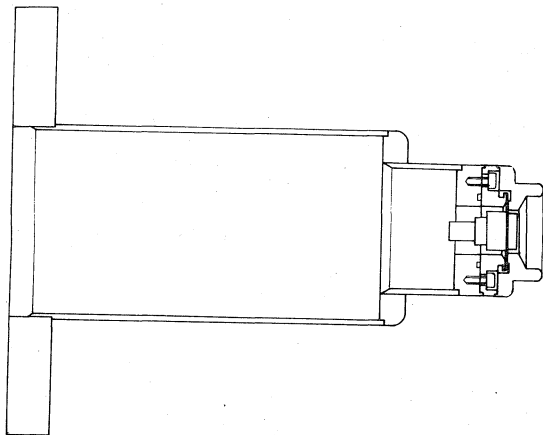


図-3. 電子銃断面図

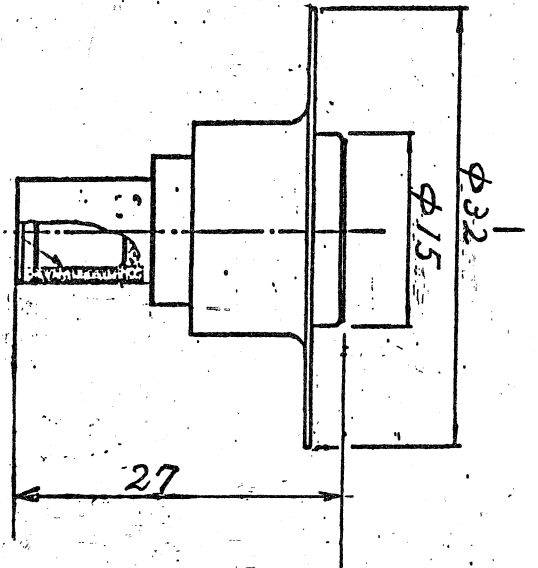


図-4. カソード部